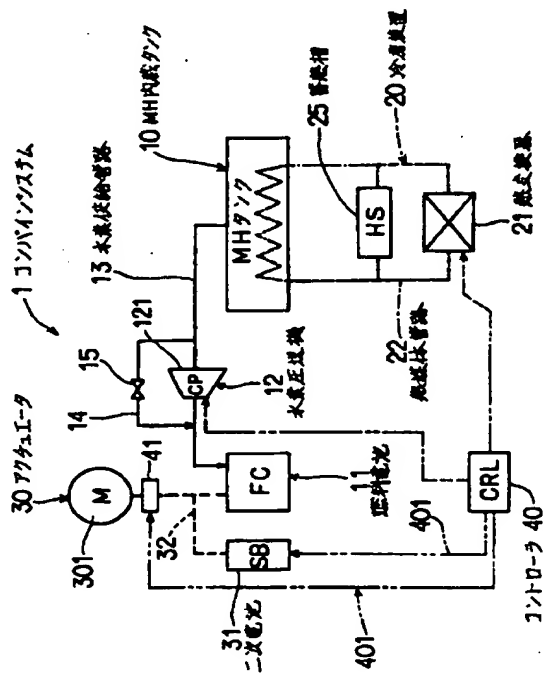


(43) Date of publication of application: **11.04.95**

(72) Inventor: **MITSUI HIROYUKI**
AOKI HIROSHI
KUBO HIDETO
FUJI TAKASHI
FUJITA NOBUO

Figure 1 is a block diagram of a water supply system. The system includes a 30 Hz inverter (30) connected to a motor (M) and a control unit (31). The motor is connected to a pump (14) via a pump motor (15). The pump is connected to a water supply line (13) which leads to a 10 MHz tank (10). The tank is connected to a water pressure sensor (12) and a water pressure control unit (11). The control unit is connected to a water supply line (13) which leads to a water supply tank (14). The tank is connected to a water pressure sensor (12) and a water pressure control unit (11). The control unit is connected to a water supply line (13) which leads to a water supply tank (14). The tank is connected to a water pressure sensor (12) and a water pressure control unit (11).

THIS PAGE BLANK (USPTO)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電動式のアクチュエータに電力を供給する燃料電池と、熱媒体を用いる冷房装置の熱交換器と、上記燃料電池に対して燃料である水素を供給すると共に上記冷房装置の熱媒体管路を内部に導入し熱媒体と熱交換を行なう水素吸蔵合金内蔵タンクと、燃料電池に上記水素を供給する水素供給管路に介設し水素を圧送する水素圧送機と、上記燃料電池の出力端子間に並列接続された二次電池と、上記水素圧送機と二次電池とを操作してアクチュエータへの供給電力と熱交換器の冷房出力とを同時に制御するコントローラとを有する、燃料電池と冷房装置のコンバインシステムであって、上記コントローラは、燃料電池の出力が過剰な場合には、上記二次電池を充電し、燃料電池の出力が不足する場合には二次電池を放電してアクチュエータの駆動電力と熱交換器の冷房出力とを同時に制御することを特徴とする燃料電池と冷房装置のコンバインシステム。

【請求項 2】 請求項 1 において、熱交換器の熱媒体管路には、蓄熱槽が併設されており、上記コントローラは、水素吸蔵合金内蔵タンクの冷熱出力が過剰な場合には、上記蓄熱槽に冷熱を蓄え、一方水素吸蔵合金内蔵タンクの冷熱出力が不足する場合には、上記蓄熱槽の冷熱を放出することを特徴とする燃料電池と冷房装置のコンバインシステム。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 において、上記燃料電池の出力端子間には、熱電変換手段が並列接続されており、上記コントローラは、上記熱電変換手段に余剰な電力を供給して熱出力を発生させ、周辺部材の加熱又は冷却制御を行なうことを特徴とする燃料電池と冷房装置のコンバインシステム。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、燃料電池へ燃料の水素を供給すると共に冷房装置を同時に駆動する省エネルギーのコンバインシステムに関する。

【0002】

【従来技術】 水素を燃料とする燃料電池を用いた電気自動車において、水素の供給源として、水素吸蔵合金を用いる方法が従来より提案されている。これらは、水素吸蔵合金を加熱することにより水素ガスを放出させるものである。水素吸蔵合金の加熱は、燃料電池の排熱などを利用する。

【0003】 そして、燃料電池の負荷変動に対しては、水素吸蔵合金を加熱するヒータを設け、ヒータの電流を増減させるもの（特開昭 51-4714 号公報）、負荷変動対応用として補強用の水素吸蔵合金を併設するもの（特開昭 51-4715 号公報）、別個に補強用の水素ガスタンクを併設するもの（特開昭 51-4716 号公報）などが提案されている。一方、車室内の冷房装置は、内燃機関を搭載した自動車と同様に、熱媒体にフロ

ンを用いた蒸気圧縮式ヒートポンプを用いるものが一般的である。

【0004】

【解決しようとする課題】 しかしながら、車両駆動用の燃料電池と冷房装置とを別個に設ける従来の電気自動車には次のような問題がある。第 1 は、冷房装置に大量のエネルギーが消費され自動車の走行距離が短くなるという問題である。冷房装置と燃料電池（含水素供給源）とはそれぞれが別個にエネルギーを消費し、互いにエネルギーを融通し合う補完関係がない。

【0005】 従って、トータルのエネルギー効率が悪い。例えば、燃料電池の発電に伴う発熱などで水素吸蔵合金を加熱するため、水素吸蔵合金の水素放出に伴う吸熱反応を冷房に有効利用できず、別途冷房装置を駆動しなければならず互いにエネルギーを利用補完し合うことがない。その結果、冷房装置に消費される動力が大きくなり、電気自動車の走行距離が短くなる。

【0006】 第 2 は、冷房装置と燃料電池とは独立した別個のシステムであるから制御装置などの各部材は、それぞれが別個に設けられ構成要素の点数が多いという問題がある。第 3 は、水素吸蔵合金を加熱して水素放出を行なう従来の方法は、負荷変動に対する燃料電池の応答速度や制御精度が良好ではないという問題がある。

【0007】 即ち、燃料電池の排熱やヒーターなど用いて水素吸蔵合金の温度を上昇させ、それによって放出水素量を増加させる方法は、即応性（応答速度）に欠けると共に、水素吸蔵合金から放出される供給水素圧力や水素流量の制御精度が悪い。従って、負荷変動に十分対応できないことで、二次電池からの放電量を多くする必要があり、二次電池容量も増大する。第 4 は、冷房装置の熱媒体には、フロンが用いられているからオゾン層破壊などの環境問題上好ましくないという問題である。

【0008】 本発明は、かかる従来の問題点に鑑みて、エネルギー利用効率が良好であると共に、燃料電池の負荷変動に対する応答性が良好であり、かつフロンなどの環境破壊物質を用いる必要のない燃料電池と冷房装置のコンバインシステムを提供しようとするものである。

【0009】

【課題の解決手段】 本発明は、電動式のアクチュエータに電力を供給する燃料電池と、熱媒体を用いた冷房装置の熱交換器と、上記燃料電池に対して燃料である水素を供給すると共に上記冷房装置の熱媒体管路を内部に導入し熱媒体と熱交換を行なう水素吸蔵合金内蔵タンクと、燃料電池に上記水素を供給する水素供給管路に介設し水素を圧送する水素圧送機と、上記燃料電池の出力端子間に並列接続された二次電池と、上記水素圧送機と二次電池とを操作してアクチュエータへの供給電力と熱交換器の冷房出力とを同時に制御するコントローラとを有する、燃料電池と冷房装置のコンバインシステムであって、上記コントローラは、燃料電池の出力が過剰な場合

には、上記二次電池を充電し、燃料電池の出力が不足する場合には二次電池を放電してアクチュエータの駆動電力と熱交換器の冷房出力とを同時に制御することを特徴とする燃料電池と冷房装置のコンバインシステムにある。

【0010】本発明のコンバインシステムは、燃料電池と、水素吸蔵合金内蔵タンク（以下「MH内蔵タンク」という）と、水素圧送機と、燃料電池と並列接続された二次電池と、熱交換器とを有している。上記燃料電池は、水素を燃料とするものである。上記熱交換器は、例えば、ブライン（不凍液）や水などの熱媒体を用いて被冷却空気との間に熱交換を行ない空気を冷却するものである。

【0011】そして上記熱媒体はMH内蔵タンクと熱交換器との間を循環する。そして、上記MH内蔵タンクは、水素吸蔵合金を内蔵すると共に熱媒体管路を内部に導入し上記熱媒体との間に熱交換を行なう。また、上記水素圧送機は、MH内蔵タンクの水素を燃料電池に対して圧送するものであり、送出圧力の高いコンプレッサや、送出圧力が比較的低い送風機や、ポンプなどがある。

【0012】一方、燃料電池の出力端子間には、アクチュエータと並列に二次電池が接続されている。上記二次電池は、コントローラに制御され、放電することによりアクチュエータに電力を供給することができると共に、燃料電池又はアクチュエータの放出電力により充電することのできる電池である。

【0013】コントローラは、水素圧送機と二次電池とを適宜操作することができる操作手段を有すると共に、アクチュエータへの供給電力と熱交換器の冷房出力とを制御するための演算手段を有する制御装置である。そして、コントローラは燃料電池の出力が過剰な場合には、二次電池を充電し、燃料電池の出力が不足する場合には二次電池を放電する。

【0014】なお、上記MH内蔵タンクは、複数個に分割構成してもよい。MH内蔵タンクを複数個設ければ、貯蔵水素量をより正確に検出することができると共に熱容量を小さくできることから冷房装置の立上げをより高速に行なうことができる。

【0015】また、上記コンバインシステムは、更にMH内蔵タンクと熱交換器との間の熱媒体管路に蓄熱槽を併設し、MH内蔵タンクの冷熱出力が過剰な場合には、上記蓄熱槽に冷熱を貯え、一方MH内蔵タンクの冷熱出力が不足する場合には上記蓄熱槽の冷熱を放出するように熱交換器を作動させることが好ましい。

【0016】このようにすることにより、MH内蔵タンクの冷熱出力を平準化することができる。そして安定した冷房装置の出力を得ることができる。また、アクチュエータに対する供給電力と冷房装置の出力とを制御するための操作要素に蓄熱槽が加わることにより制御が容易

となり調整範囲の拡大を図ることができる。

【0017】また、上記コンバインシステムは、燃料電池の出力端子間に熱電変換手段を並列接続し、熱電変換手段に過剰な電力を供給して熱出力を発生させ、発生した熱出力によって周辺部材の加熱又は冷却制御を行なうことが好ましい。二次電池の容量が一杯になった場合には、過剰電力を二次電池に吸収することができない。しかし熱電変換手段を設ければ、この場合にも過剰電力を吸収し、その有効利用を図ることができるからである。

【0018】即ち、過剰電力を用いて周辺部材に必要な熱制御を行い、エネルギーの有効利用を図ることができる。また、冷房出力を増大させると、燃料電池に過剰電力が生じるが、過剰電力を二次電池と熱電変換手段の両方によって吸収可能となる。それ故、冷房の制御パワーを向上させ、冷房の応答スピードを向上させることができる。

【0019】熱電変換手段の熱出力による周辺部材の熱制御には、例えば、アクチュエータの冷却、蓄熱槽の冷却、冷房装置の補完出力、燃料電池の冷却などの冷却動作、又は暖房装置の補完出力などの加熱動作の両方がある。そして、上記熱電変換手段には、例えば、電流の方向により吸熱及び発熱を行なうペルチェ素子、電流の方向に無関係に発熱する発熱素子などがある。

【0020】なお、熱電変換手段に供給する余剰電力には、燃料電池の過剰出力の他にアクチュエータからの放出電力（例えばモータからの回生電力）などがある。上記コンバインシステムを用いる具体例には、例えば電気自動車があり、この場合アクチュエータは走行駆動用のモータである。

【0021】自動車には、冷房装置が必須部材であるから電気自動車に本発明のコンバインシステムは好適である。そして、エネルギー効率を向上することによる走行距離の増大、及び燃料電池の制御特性の向上による走行特性の改善が可能である。また、電気自動車の場合には、坂道降下時や減速時においてモータからの回生電力が発生する。

【0022】そして、この回生電力を有効利用することは、省エネルギーとなるばかりでなく走行制御特性の改善に極めて有効である。それ故、上記回生電力によってコンバインシステムの二次電池を充電し又は熱電変換手段に通電することは、省エネルギーと制御性の向上のために好適である。

【0023】なお、前記水素圧送機と並列にバイパス管路を挿入し、このバイパス管路の流量を調整する制御弁を設けることが好ましい。上記バイパス管路と制御弁とを用いることにより、水素吸蔵合金の平衡圧力が燃料電池の作動圧力より高い場合においては、その圧力差により供給可能となるとともに、燃料電池に対する少流量の水素供給が容易となるからである。これによって、上記圧力差により水素供給を行っている間は、水素圧送機を

停止あるいは無負荷運転状態にできるから、水素圧送機の稼働時間が短くなり、省エネルギーのために好適であると共に、水素圧送機を用いた水素の供給制御の範囲が拡大する。

【0024】

【作用及び効果】本発明のコンバインシステムにおいては、水素吸蔵合金内蔵タンク（MH内蔵タンク）の水素は、コントローラにより水素圧送機によって燃料電池に供給される。そして、上記MH内蔵タンクの内部には、冷房装置の熱媒体管路が引き込まれており、水素供給に伴う水素吸蔵合金の水素放出による吸熱作用により熱媒体を直接冷却する。

【0025】即ち、水素吸蔵合金の放出水素量を調整することにより、直接的に冷熱を発生させ冷房装置を駆動する。従って、従来の冷房装置のように熱媒体を圧縮・膨張させるヒートポンプは不要でありそのための設備と動力は不要となる。

【0026】また、水素吸蔵合金から水素を放出させるために従来装置ではその目的だけ設けていた水素吸蔵合金の加熱装置が不要となる。上記のように、冷房装置のヒートポンプと水素吸蔵合金の加熱装置が共に不要となるから、設備が簡素化され、またエネルギーの利用効率が大幅に上昇する。

【0027】従って、電気自動車に本発明のコンバインシステムを用いれば設備が簡略化すると共に走行距離が大幅に上昇する。一方、アクチュエータに供給される電力は、コントローラにより燃料電池の出力と二次電池の充放電の両供給源によって調整されるから、冷房装置の出力とは独立にアクチュエータの供給電力を調整することができる。

【0028】即ち、コントローラは燃料電池の出力が不足する場合には二次電池を放電し、燃料電池の出力が過剰の場合には二次電池を充電してアクチュエータへの供給電力を冷房出力とは独立に調整することができる。従って、冷房装置出力とアクチュエータの駆動電力とは独立してそれぞれを良好な状態に制御することができる。

【0029】また、燃料電池に対する水素の供給は、水素圧送機によって水素を直接圧送し、急速に供給水素量を変えることができるから、燃料電池の出力を高速に精度良く変えることができる。即ち、従来装置の水素吸蔵合金を加熱しその結果として放出水素量を変える方法は、熱行程を介するから応答性と制御精度が良好でないが、本発明はそのようなことがない。

【0030】そして、冷房装置による熱制御は、応答の遅いゆるやかな制御であるから冷熱出力の平均値が重要であり、放出水素量（燃料電池出力）の短時間の変動は、その制御性に殆ど影響しない。従って、燃料電池の出力を急変させて高速にアクチュエータを制御しても冷房装置に悪影響を与えることは少なく、冷房装置とアクチュエータの両装置を共に良好に制御することができ

る。

【0031】なお、冷房装置に更に蓄熱槽を設けて冷熱出力の平準化を図り、安定した冷房装置出力を得ることができることは前記の通りである。そして、冷房装置の熱媒体は、圧縮・膨張などの行程が不要であり、直接的に熱交換可能な流体であればよい。

【0032】従って、フロンを用いず、ブライン（不凍液）や水などを用いることによって良好な冷房特性を得ることができる。それ故、エコロジーに悪影響を与えることの無い冷房装置を提供することができる。

【0033】上記のように、本発明によればエネルギー効率が良好であると共に、燃料電池の負荷変動に対する応答性が良好であり、かつフロンなどの環境破壊物質を用いる必要のない、燃料電池と冷房装置のコンバインシステムを提供することができる。

【0034】

【実施例】

実施例 1

本発明の実施例にかかる電気自動車の燃料電池と冷房装置のコンバインシステムにつき、図1～図4を用いて説明する。本例は、図1に示すように、電動式のアクチュエータ30としての走行用モータ301に電力を供給する燃料電池11と、熱媒体を用いた冷房装置20の熱交換器21と、燃料電池11に対して燃料である水素を供給すると共に冷房装置20の熱媒体管路22を内部に導入し熱媒体と熱交換を行なう水素吸蔵合金（MH）内蔵タンク10と、燃料電池11に水素を供給する水素供給管路13に介設し水素を圧送する水素圧送機12と、上記燃料電池11の出力端子間に並列接続された二次電池31と、水素圧送機12と二次電池31を操作してモータ301への供給電力と熱交換器21の冷房出力とを同時に制御するコントローラ40とを有する、燃料電池11と冷房装置20のコンバインシステム1である。

【0035】上記コントローラ40は、燃料電池11の出力が過剰な場合には、二次電池31を充電し、燃料電池11の出力が不足する場合には二次電池31を放電してモータ301の駆動電力と熱交換器21の冷房出力とを同時に制御する。

【0036】また、熱交換器21の熱媒体管路22には、蓄熱槽25が併設されており、上記コントローラは、上記MH内蔵タンク10からの冷熱出力が過剰な場合には、上記蓄熱槽25に冷熱を蓄え、一方MH内蔵タンク10からの冷熱出力が不足する場合には、上記蓄熱槽25の冷熱を放出する。

【0037】そして、上記水素圧送機12は、コンプレッサ121であり、コンプレッサ121と並列にバイパス管路14が挿入されており、バイパス管路14には流量を調節する制御弁15が設けられている。そして、上記アクチュエータ30は、電気自動車の走行用モータ301である。

【0038】図1において符号32は、電気配線であり、符号401は、コントローラ40の制御線、符号41は、コントローラを構成するモータ制御用のDC-DCコンバータである。また、コントローラ40は、水素圧送機12、制御弁15、及び蓄熱槽25と接続されており、それぞれを操作することができる。また、冷房装置20は、熱媒体を循環させるポンプ（図示略）や、熱交換器21を介して車室内に冷風を送る送風機（図示略）を有している。そして、冷房装置20の熱媒体はブライン（不凍液）である。

【0039】次に、本例のコンバインシステムの運転操作について説明する。最初に走行パターン全般にわたる基本的な走行制御方法について述べる。まず、アクセルの踏み込み量あるいは車速などの車両走行状態、現在の燃料電池11の発電量、二次電池31の容量などをコントローラ40に入力し、車両の走行に必要な所要動力及びその他の電気消費機器の動作に必要な電力量（以下「補機動力」という）を算出して車両の走行に必要な電力量を求める。

【0040】そして、現在の燃料電池11の発電量が必要電力量より少ない場合は、コンプレッサ121の吐出圧あるいは吐出量を増加させる。そして、それよりも必要電力量が多い場合には、二次電池31より不足分を放電する。

【0041】また、燃料電池11の発電が必要電力量より多い場合は、コンプレッサ121の吐出圧あるいは吐出量を減少させるか、二次電池31の容量が所定の設定値Sより減少している場合には二次電池31に充電を行なう。ここで二次電池を充電する場合には、二次電池31に対する充電電力を所定の最高値Mとして燃料電池11の発電量を決定する。なお、車両の停止状態において二次電池31の容量が減少している場合には、燃料電池11の発電を継続するか、容量の減少割合によっては燃料電池11の運転を停止しても良い。

【0042】一方、車室内の冷房装置20の制御は水素吸蔵合金からの水素放出に伴う吸熱反応を利用して行う。その基本的な制御方法は、最初に車室内の空調条件などをコントローラに入力することから始まる。そしてそれが、例えば車室内の温度を一定に制御するような設定である場合には、目標温度と車室内温度を比較して目標値になるように車室内へ送気する風量を増減したり、車室内の空気と熱媒体との熱交換を行なう熱交換器21を流れる熱媒体の流量を増減させたり、必要に応じ並列に配設された蓄熱タンク22へ熱媒体移動を制御することによって行なう。

【0043】なお、水素吸蔵合金からの水素放出量は、基本的には燃料電池11の発電量により決定されるから、吸熱反応により得られる冷房出力は、車両の走行条件などにより過不足が生じる場合がある。この場合、水素吸蔵合金からの水素放出流量をコントローラ40に入

力し、目標温度を達成するのに必要な熱量（以下「冷房負荷」という）に対する水素吸蔵合金からの水素放出量で決定される上記吸熱量の過不足を判断する。

【0044】そして吸熱量が不足する場合は前述の蓄熱槽25から冷熱の供給を行い、過剰な場合には蓄熱槽25に冷熱を蓄熱する制御を付加する。さらに、冷房出力に過不足がある場合には、燃料電池への水素供給量を増減することで対応し、それに伴う燃料電池発電量の過不足は、適宜二次電池の充放電量を変化させることで制御する。

【0045】次に、本例のコンバインシステム1を用いた電気自動車の効果について、図2に示す走行パターンを用いた実験によって説明する。最初に、図2に示す走行パターンについて説明する。本走行パターンは、停止状態から車速60km/hまで17秒で加速するモード81、車速60km/hで定速走行を17秒間行うモード82、停止状態まで28.5秒で減速を行うモード83、及び車両を18.5秒間停止状態とするモード84の4つのモードパターンからなる。

【0046】次に、その他の実験条件を説明する。MH内蔵タンク10内にMmNi系の水素吸蔵合金を100kg充填し、必要な水素を発生する。燃料電池11は最高出力40kwの燃料電池を用いた。そして、所要動力と燃料電池11の発電量の過不足を補う二次電池31は8kwhの電池容量を持つ鉛蓄電池であり、乗員を含む車両の総重量は2.2トンである。

【0047】次に、図3に上記走行パターンで走行させた場合の必要電力（所要動力+補機動力）の推移カーブ85及び燃料電池11の発電量の推移カーブ86（斜線部）を示す。図3における空白部87は二次電池31の放電電力を示し、小さな斜線部88は、二次電池31の充電電力を示す。加速状態となるモード81では、必要電力が燃料電池11の最高発電量である40kwとなるまでは水素供給量を増加させ燃料電池11の発電量を制御し、40kwを越える場合は二次電池31からの放電により補う（空白部87）。本モード81の場合、11秒以降は二次電池の放電が必要となり、60km/hに達する17秒近くまで放電状態が続く。この間の二次電池31の容量の低下は、約20wh程度である。

【0048】次に、60km/h定速走行となるモード82では、必要電力が10.3kwであるが二次電池31への充電が必要となるため、しばらくの間（本実施例では約4秒間）所定の発電量Mで必要電力以上の発電を行うことになる。図3は、充電時の設定発電量Mを31kwとした場合の結果であり、充電時間は設定発電量Mにより異なる。

【0049】続いて、減速状態となるモード83では、本例の場合二次電池31の容量も設定値となっているため、燃料電池11の発電量は補機動力分だけとなる。なお、説明を簡単にするため減速時の回生発電はない状態

として説明したが、回生発電を行うとした場合減速時全体（34秒から62秒）の平均で約2.6kwが回生可能である。

【0050】この場合、モード82の二次電池31への充電時の設定発電量Mを小さくするか、あるいは二次電池31の設定容量Sから回生電力分を除いた電池容量S'までを充電し、残りを回生電力で充電する。これによりさらに水素消費量を低減することができる。車両停止状態のモード84では、補機動力分を燃料電池11は発電とする。

【0051】次に、上記走行モード81～84における冷房装置20の運転について説明する。本例の冷房運転は水素吸蔵合金の水素放出に伴う吸熱反応を利用して行ない、加速時に最大冷房出力が得られ約12kwとなる。そして、車両停止状態のモード84まで含めた全サイクル平均で約2.5kwの熱出力が得られる。

【0052】なお、上記は、燃料電池11への水素供給を主体にして二次電池31の容量などを設定したが、冷房運転を考慮した場合には、二次電池31の容量は前述の設定値Sの70～80%程度に設定することができる。

【0053】即ち、冷房出力が冷房熱負荷に比べ大幅に少なく且つ蓄熱槽25内にも冷熱がない場合などに、必要に応じ燃料電池11への水素供給量を増加させ吸熱量の不足分を補うように制御する。そして燃料電池11の発電量の必要電力に対する余剰分を二次電池へ充電する。このとき、二次電池31に対する充電時の発電量は、二次電池の設定容量Sとの関係で最適値に設定する。

【0054】次に従来装置と本例との比較を行う。水素ガスタンク等余分な構成を付加しない従来装置と本例とを比較する。従来装置の場合には、水素ガスタンク等を付加しなければ負荷変動に対応して燃料電池の発電量を追従させることはできない。従って通常行われているように、燃料電池は一定の発電量とし、必要電力に対する不足分を二次電池の放電により補うものとして本例と比較評価する。

【0055】従来装置は、一定の発電を行う燃料電池の規模を前述の走行モード81～84を走行するのに必要な平均所要動力約9.5kwよりやや高めの10kw規模とすると、不足分を補う二次電池31は18kwh容量の電池（最大所要動力との差が大きくなるため容量も増大する）が必要となる。

【0056】最初に本例と従来装置の電池重量を比較する。本例の二次電池31の容量8kwhに比べ、従来装置は2倍強の二次電池の容量が必要となり、そのため二次電池の重量が約250kg増加する。一方、従来装置は燃料電池の出力が低いことにより、本例の燃料電池31の重量に比べ約130kg減少できる。しかし前述の二次電池重量との和である総電池重量は、約120kg

増加することになり、車両重量増加を招くこととなる。

【0057】次に本例と従来装置の水素消費量を比較する。本例で前述の走行モードを走行した場合の1サイクル当たりの水素消費量と、前述の従来装置を用いた車両（本例より車両重量大）で同じ走行モードを走行した場合の水素消費量を図4に示す。走行モードの前半は、本例の水素消費カーブ890が、必要電力に追従して発電するため水素消費量が多くなっている。しかし走行モード全体では従来装置の水素消費カーブ891に比べ約50リットル（約20%）水素消費量が少なくなっており、電気自動車の走行距離延長が可能である。

【0058】次に、燃料電池11の負荷変動に対する応答性について述べる。従来装置では、水素吸蔵合金を加熱することにより放出水素量を変化させていたため、応答性に問題があったが、本例は、コンプレッサ121により、水素供給量を高速に変化させることができるから燃料電池の負荷応答性が良好である。

【0059】また、コンプレッサ121にはバイパス管路14を設けて、制御弁15により、水素吸蔵合金の平衡圧力が燃料電池の作動圧力より高い場合には、コンプレッサ121とは別個に圧力差による水素供給が可能となり、事実上コンプレッサの稼働時間を短くできることから、エネルギーの有効利用につながる。さらに、少流量の水素供給も容易となる。従って、燃料電池の出力制御精度を高めることができる。

【0060】また、前記のように熱媒体にはフロンを用いていない。上記のように、本例によれば、エネルギーの利用効率が良いと共に、燃料電池の負荷変動に対する応答性が良好であり、かつフロンなどの環境破壊物質を用いる必要のない燃料電池と冷房装置のコンパインシステムを提供する事が出来る。

【0061】実施例2

次に車室内の冷房を水素吸蔵合金の吸熱を利用して行う本例と、車室内の冷房を通常用いられている蒸気圧縮式ヒートポンプ（以下フロン式）を搭載して行う従来装置について、60km/h定速走行での冷房性能について説明する。本例の基本的な構成は実施例1と同じであるが、冷房装置作動による影響を明らかにするため、搭載した燃料電池11及び二次電池31は、従来装置と同一の発電量10kwの燃料電池と電池容量18kwhの二次電池とした。

【0062】上記構成の車両を車速60km/hで定速走行させ、かつ冷房出力3kw程度を得るのに必要な所要動力は、本例のコンパインシステムが約10.5kwであるのに対し従来装置では約12kwとなり、それぞれ発電に必要な消費水素量は、本例が約135リットル/min、従来装置が約190リットル/minとなった。

【0063】本例の車両は、実施例1の評価結果に記載したようにMmNi系合金を100kg充填しており、

約 20 m^3 の水素を貯蔵している。従って、 60 km/h 定速走行での走行距離は、本例が約 150 km である。一方、従来装置では約 110 km となり、本例は従来装置より約 36% 走行距離が長い。

【0064】なお、 60 km/h 定速走行中に得られる本例の冷房出力は、 3 kW であった。上記のように本例のコンバインシステムによれば、定速走行して冷房運転した場合においても、より走行距離の大きな電気自動車を提供することができる。

【0065】実施例 3

本例は、図 5 に示すように、実施例 1 又は実施例 2 において、燃料電池 11 の出力端子間に熱電変換手段 351～355 を並列接続すると共に、燃料電池 11 やモータ 301 の排熱を利用した暖房用の熱交換器 23 を更に設けたもう 1 つの実施例である。図 5 において符号 24 は、暖房用の熱媒体管路である。

【0066】上記熱電変換手段 351～355 は、冷却用熱電変換手段 351～354 と加熱用熱電変換手段 355 とからなる。上記熱電変換手段 351～355 は、燃料電池 11 の余剰電力又はモータ 301 の回生電力によって励磁され、電力を冷熱又は温熱に変換する。

【0067】冷却用熱電変換手段 351～354 は、図 5 に示すように、モータ 301、燃料電池 11、蓄熱槽 25 を冷却すると共に、冷房装置 20 の補助冷房として利用する。一方、加熱用熱電変換手段 355 は、暖房用熱交換器 23 を補助するものとして利用する。

【0068】燃料電池 11 及びモータ 301 に余剰又は回生電力が生じた場合には、二次電池 31 を充電し、余剰電力を吸収するが、二次電池 31 が充電完了した場合

には、実施例 1 及び実施例 2 においては、余剰電力を有効に利用することができない。

【0069】しかしながら、本例においては、二次電池 31 の充電完了状態においても、熱電変換手段 351～355 が余剰電力を吸収し、余剰電力を熱変換することにより上記のようにエネルギーの有効利用が可能である。従って、燃料である水素の有効利用が可能となり、車両の走行距離を延ばすことができる。その他については、実施例 1 又は実施例 2 と同様である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例 1 の燃料電池と冷房装置のコンバインシステムのシステム構成図。

【図 2】実施例 1 の走行実験における走行パターン図。

【図 3】実施例 1 の走行実験における必要電力と燃料電池発電量の変化図。

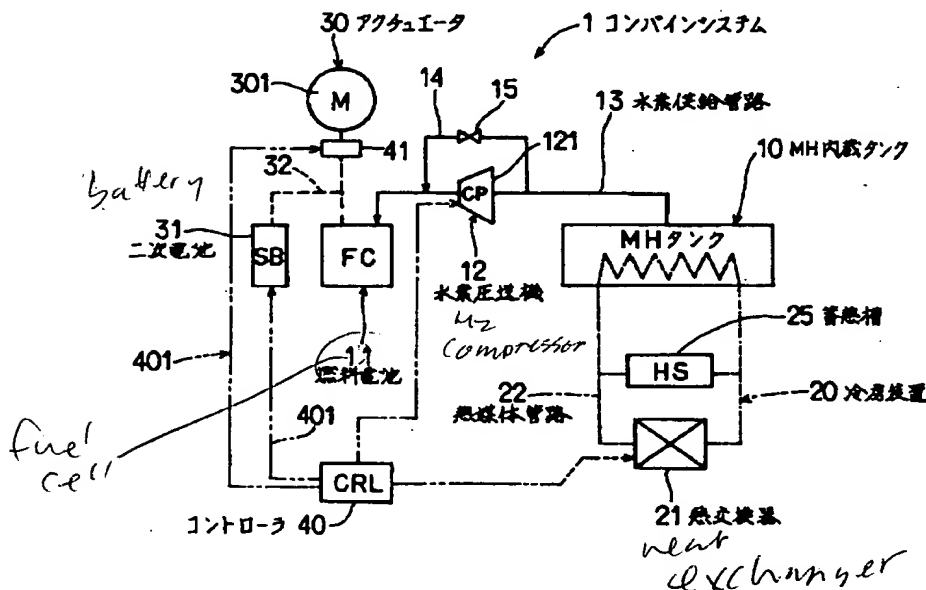
【図 4】実施例 1 の走行実験における水素消費量の変化図。

【図 5】実施例 3 の燃料電池と冷房装置のコンバインシステムのシステム構成図。

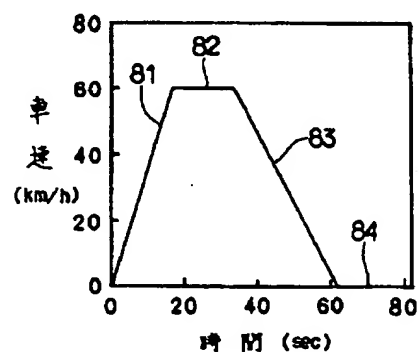
【符号の説明】

- 1... コンバインシステム,
- 10... 水素吸蔵合金 (MH) 内蔵タンク,
- 11... 燃料電池,
- 12... 水素圧送機,
- 20... 冷房装置,
- 21... 熱交換器,
- 25... 蓄熱槽,
- 31... 二次電池,
- 251～355... 熱電変換手段,

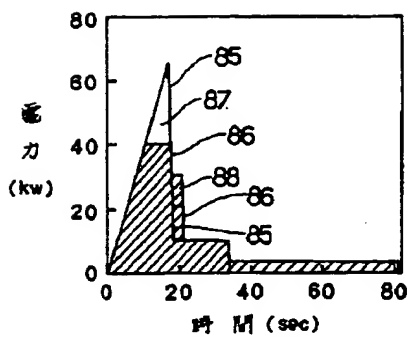
【図 1】



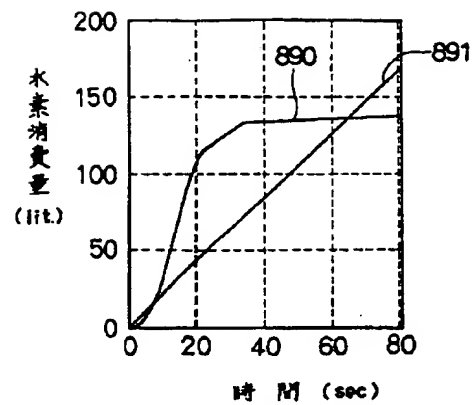
【図 2】



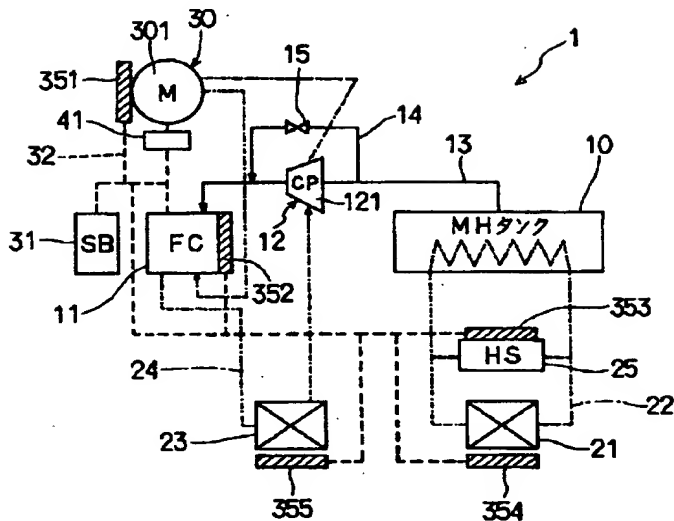
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 三井 宏之
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 青木 博史
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 久保 秀人
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
社豊田自動織機製作所内

(72)発明者 藤 敬司
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
社豊田自動織機製作所内

(72)発明者 藤田 信雄
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内